



TITLE:

前立腺生検における生検前MRI の 有用性についての検討

AUTHOR(S):

森, 亘平; 三好, 康秀; 米山, 脩子; 石田, 寛明; 服部, 裕
介; 寺西, 淳一; 近藤, 慶一; 野口, 和美

CITATION:

森, 亘平 ...[et al]. 前立腺生検における生検前MRI の有用性についての検討. 泌尿器科紀要 2016, 62(1): 9-14

ISSUE DATE:

2016-01-31

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/207630>

RIGHT:

許諾条件により本文は2017/02/01に公開

前立腺生検における生検前 MRI の有用性についての検討

森 亘平, 三好 康秀, 米山 脩子, 石田 寛明
服部 裕介, 寺西 淳一, 近藤 慶一, 野口 和美
横浜市立大学附属市民総合医療センター泌尿器・腎移植科

THE DIAGNOSTIC VALUE OF PRE-BIOPSY MAGNETIC RESONANCE IMAGING (MRI) FOR DETECTING PROSTATE CANCER

Kohei MORI, Yasuhide MIYOSHI, Shuko YONEYAMA, Hiroaki ISHIDA,
Yusuke HATTORI, Jun-ichi TERANISHI, Keiichi KONDO and Kazumi NOGUCHI
The Department of Urology and Renal Transplantation, Yokohama City University Medical Center

We examined the value of pre-biopsy magnetic resonance imaging (MRI) for detecting prostate cancer. We analyzed 267 men with prostate-specific antigen (PSA) levels of 3-10 ng/ml who underwent systematic prostate needle biopsy. From April 2009 to March 2011, a total of 98 male patients underwent 16-core prostatic biopsies without pre-biopsy magnetic resonance imaging (MRI) (nonenforcement group). From April 2011 to March 2013, 169 men underwent pre-biopsy MRI [T2-weighted imaging (T2WI) and diffusion-weighted imaging (DWI)] (enforcement group). When MRI findings indicated cancer in the latter group, in addition to the systematic 16-core biopsy one or two targeted biopsies were performed. Patients without suspicious MRI findings underwent only systematic 16-core biopsy. Cancer detection rates in the nonenforcement and enforcement groups were 42.9% (48/92) and 46.2% (78/169), respectively. The difference did not reach significance ($p = 0.612$). Although the cancer detection rates were 39.4% (41/104) in the MRI-negative group and 56.9% (37/65) in the MRI-positive group ($p = 0.039$), the sensitivity and specificity for cancer detection by MRI were relatively low: 47.4% and 69.2%, respectively. By receiver-operating curve analysis, the area under the curve for cancer detection by MRI was only 0.583. There were two study limitations. First, the patient sample size was small. Second, it is unclear whether an adequate sample of the suspicious lesion was obtained by biopsy. We thus demonstrated that it might be improper to base a diagnosis solely on pre-biopsy MRI (T2WI and DWI) findings in men with serum PSA levels of 3-10 ng/ml.

(Hinyokika Kyo 62 : 9-14, 2016)

Key words : Prostate cancer, MRI, Prostate biopsy

緒 言

わが国においても PSA (prostate-specific antigen) 検診の普及に伴い, 早期前立腺癌の発見が増加している¹⁾. 早期前立腺癌に対する最適な治療法決定のためには, 正確な病期診断が必要であり, MRI (magnetic resonance image) などの画像診断はますます重要になってきている²⁻⁴⁾. また, 近年 multi-parametric MRI (mpMRI) 画像による前立腺癌検出能の向上^{5,6)}や TRUS (transrectal ultrasound) /MRI fusion image 下生検⁷⁾, MRI 下生検の有用性⁸⁾なども報告されており, MRIは病期診断のみならず前立腺癌の診断においても重要なツールの1つとなってきている. ただし従来 MRI は前立腺生検により前立腺癌の病理組織学的診断後に施行されることが多く, 生検後の出血による画像へのアーティファクトの影響が否定できなかった^{3,4,9)}. 今回われわれは当院で施行した前立腺生検症例を後方視的に検討し, 前立腺生検における生検前

MRI の有用性について検討した.

対 象 ・ 方 法

2009年4月から2013年12月までの間に当院で施行した前立腺針生検施行例のうち血中 PSA 3~10 ng/ml の症例, 267例を抽出し後方視的に検討した. 生検は全例, 仙骨硬膜外麻酔下, 経直腸超音波下に 18 G バイオプシーガンを用いて行った. 組織採取は前立腺前面の組織採取が確実に経直腸と比較して感染のリスクが少ない経会陰的採取法で施行した. 生検の適応は年齢, PSA, 直腸診, 前立腺体積を基に, MRI 撮影前に各外来主治医が決定した. 当院では2009年4月から2011年3月までに生検を行った症例は全例生検前にはMRIを行っておらず, 2011年4月以降に生検を行った症例は全例生検前にMRIを行っている.

2009年4月から2011年3月までの生検98例全例が生検前MRIを行わずに系統的16カ所生検を施行した(生検前MRI非施行群)(Fig. 1). 生検部位は左右PZ

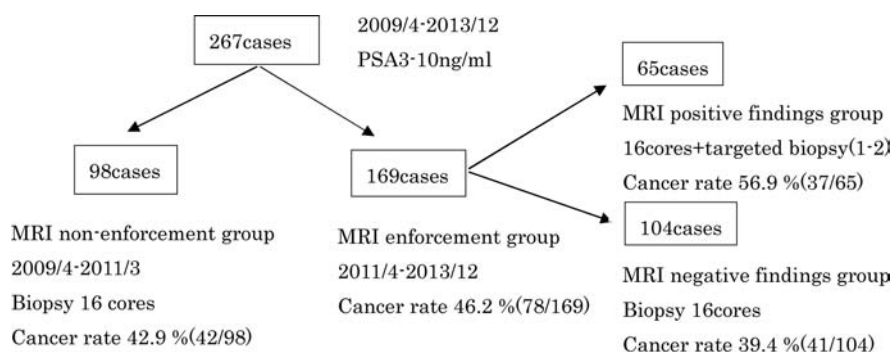


Fig. 1. The number of cases in the MRI non-enforcement group and MRI enforcement group.

から各4カ所（外腺外側1カ所，背側2カ所，尖部背側1カ所），左右TZから各4カ所（内腺外側1カ所，腹側2カ所，尖部腹側1カ所）の合計16カ所で，free-handed biopsy（MRI画像と同期しない経直腸エコー単体使用による生検法）にて採取した。

2011年4月から2013年12月までの生検169例全例で生検前にMRIを施行した（生検前MRI施行群）。生検前MRI施行群のうちMRI（T2WIおよびDWI）で前立腺癌を疑われた65症例（所見陽性群）では系統的16カ所生検に追加してMRI所見に基づくターゲット生検（1～2本）を行った。ターゲット生検はMRI所見と同じ部位に経直腸エコーでも所見があった場合は同部位を採取し，エコー所見がない場合はMRI陽性箇所と思われる部位より採取している。ターゲット生検の本数は2011年4月から2013年4月までは1本で，2013年5月から2013年12月までは2本採取している。生検前MRI施行群のうちMRIで所見を認めなかった104症例（所見陰性群）では系統的16カ所生検のみ行った（Fig. 1）。MRIで所見を認めなかったことを理由に生検を実施しなかった症例はなかった。

このコホート全体267例に対し以下の2点について検討を行った。1）生検前MRI施行群と生検前MRI非施行群における癌検出率の差異（生検前MRIに基づくターゲット生検追加による癌検出率改善についての検討），2）生検前MRI施行群のうち，所見陽性群と所見陰性群との癌検出率の差異（生検前MRI単独により生検の適応が決定できるかの検討）。

使用したMRI装置はSiemens社製avanto 1.5 TでT2強調画像（T2 weighted imaging；T2WI），拡散強調画像（diffusion weighted imaging；DWI）を撮像した。

MRIのスライス厚は5 mmで撮影した。読影は当院放射線科医1名が評価を行い，読影結果を基にターゲット生検の有無を判断した。

統計解析として，各因子の相関解析にPearson相関分析，2群間比較にMann-Whitney U検定，Chi-square検定を使用，多変量解析にlogistic regression modelを使用し，ROC（receiver operating characteristic）解析を用いて各臨床的因子による前立腺癌検出の正診率を検討した。解析ソフトはIBM-SPSS（ver 21）を使用した。

結 果

1）生検前MRI施行群と生検前MRI非施行群における癌検出率の差異（生検前MRIに基づくターゲット生検追加による癌検出率改善についての検討）

生検前MRI施行群と生検前MRI非施行群との間における癌検出率の差異を解析し，生検前MRI施行により癌検出率が改善するかどうかについての検討を行った。生検前MRI施行群169例と，生検前MRI非施行群98例の背景因子をTable 1に示す。生検前MRI施行群のうちMRI所見陽性（所見陽性群）は65例（38.5%），MRI所見陰性（所見陰性群）は104例（61.5%）であった（Fig. 1）。

生検前MRI施行群と生検前MRI非施行群との背景因子を比較したところ年齢のみ有意差を認めたが（ $p=0.005$ ），生検前PSA値と前立腺体積については両群間で差を認めなかった。前立腺癌検出率は生検前MRI施行群で46.2%（78例/169例），MRI非施行群で42.9%（42例/98例）であり，単変量解析にて有意

Table 1. Patient characteristics in the MRI non-enforcement group and MRI enforcement group*

	MRI non-enforcement n = 98	MRI enforcement n = 169	p-value
Median age (95% CI)	67.0 (64.0-66.9)	69.0 (67.1-69.2)	0.005
Median PSA (95% CI)	6.46 (6.35-6.95)	6.62 (6.53-7.07)	0.533
Median prostate volume (95% CI)	34.7 (34.3-40.9)	32.8 (34.6-39.7)	0.658

* Mann-Whitney U test.

Table 2. Multivariate analysis of clinical factors for cancer detection*

	p-value	Exp (B)	EXP (B) 95% CI	
			Lower limits	Upper limits
Target Bx based on MRI	0.574	0.846	0.472	1.517
Age	0.000	1.104	1.057	1.153
PSA	0.083	1.163	0.98	1.38
Prostate volume	0.000	0.926	0.904	0.949

* Logistic regression model.

差はなかった ($p=0.612$). 年齢, 生検前 PSA, PSA density (PSAD), 前立腺体積の相関関係を検討したところ, PSAD と前立腺体積との間に強い相関関係を認めたため (相関係数: -0.709), 多重共線性の問題から PSAD と前立腺体積は同時に多変量解析を行わない方針とした. 多変量解析の結果, 生検前 MRI 施行群, 非施行群で癌検出率に差は認めなかった (Table 2, $p=0.574$). また MRI 施行群でターゲット生検を施行した症例のうち, ターゲット生検を除いた (ターゲット生検を行わないと仮定した) 系統的16カ所生検での前立腺癌検出率は46.2% (78例/169例) で MRI 非施行群の42.9%と比較しても有意差は認めなかった ($p=0.719$). また, 各生検 core ごとの前立腺癌検出有無を調べ, ターゲット生検による前立腺癌検出の感度, 特異度を算出したところ, 感度23.5% (21 cores/89 cores), 特異度90.0% (2,434 cores/2,704 cores) であった. また, ターゲット生検のみから癌が検出された症例は2例あった.

以上のことから, PSA 3~10 ng/ml の症例で系統的16カ所生検を行う場合, 生検前 MRI に基づくターゲット生検追加による癌検出率改善は認めなかった.

2) 生検前 MRI 施行群のうち, 所見陽性群と所見陰性群との癌検出率の差異 (生検前 MRI 単独により生検適応が決定できるかの検討)

生検前 MRI 施行群のうち, 所見陽性群65例 (38.5%) と所見陰性群104例 (61.5%) との癌検出率の差異を解析し, 生検前 MRI (T2WI と DWI) 単独により生検適応が決定できるか検討した. 所見陽性群と所見陰性群の背景因子は2群間で有意な差は認めなかったが, 前立腺体積は所見陰性群で大きい傾向にあった (Table 3, $p=0.068$). 前立腺癌検出率は単変

量解析の結果, 所見陽性群が56.9%, 所見陰性群は39.4%であり所見陽性群で有意に高く, 年齢, 生検前 PSA 値, 前立腺体積を含めた多変量解析の結果では有意差はないものの, ハザード比 1.951 (95% CI: 0.908~4.194), $p=0.087$ で所見陽性群にて癌検出率が高い傾向にあった (Table 4). しかしながら MRI 所見の有無による前立腺癌検出の感度, 特異度はそれぞれ47.4, 69.2%と低く, MRI 所見による癌検出について receiver-operating curve (ROC) 解析を行うと area under the curve (AUC) は 0.583 (95% CI: 0.497~0.670) であった. また所見陽性群65例の MRI 陽性箇所は右 PZ 19例, 左 PZ 13例, 右 TZ 19例, 左 TZ 12例で前立腺癌検出症例はおおの, 右 PZ 10例, 左 PZ 8例, 右 TZ 9例, 左 TZ 7例であった. 前立腺癌検出率はおおの, 右 PZ 0.52 (10/19), 左 PZ 0.61 (8/13), 右 TZ 0.47 (9/19), 左 TZ 0.58 (7/12) で, PZ と TZ で前立腺癌検出率に大差はなかった.

以上より, PSA 3~10 ng/ml の症例において系統的16カ所生検を行う場合, 生検前 MRI (T2WI および DWI) 単独では生検の適応を判断するのは困難であると考えられた.

MRI 施行群において MRI 所見陽性部位から癌が検出された15例と MRI 所見陰性部位から検出された前立腺癌63例との Gleason score の分布について比較検討を行った. MRI 所見陽性部位から癌が検出された15例では Gleason score 6 以下が4例, 26.7%を占め, MRI 所見陰性部位から検出された前立腺癌63例のうち24例, 38.1%が Gleason score 6 以下の症例であり, 両群間で Gleason score 6 の分布に有意差はなかった ($p=0.553$). またこれら4例と24例について前立腺癌検出 core 数, clinical stage を比較すると癌検出 core 数では4例と24例で2.9本と6.6本で有意差を認めた ($P=0.022<0.05$) が clinical stage では MRI 所見陽性部位から検出された4例 (T2a: 2例, T3a: 2例, いずれも遠隔転移, リンパ節転移なし), MRI 所見陰性部位から検出された24例 (T1c: 6例, T2a: 7例, T2b: 5例, T2c: 5例, T3a: 1例, いずれも遠隔転移, リンパ節転移なし) を比較すると MRI 陽性部位から検出された症例で T stage が高い傾向はあったが, 有意差は認めなかった ($P=0.07>0.05$).

Gleason score 8 以上の症例は9例あり, MRI 陽性所

Table 3. Patient characteristics of MRI negative findings group and MRI positive findings group*

	Negative findings n = 104 (61.5%)	Positive findings n = 65 (38.5%)	p-value
Median age (95% CI)	69.5 (66.8-69.7)	68.0 (66.5-69.3)	0.547
Median PSA (95% CI)	6.59 (6.45-7.15)	6.73 (6.37-7.23)	0.985
Median prostate volume (95% CI)	35.4 (35.4-42.2)	28.9 (30.5-38.4)	0.068

* Mann-Whitney U test.

Table 4. Multivariate analysis of clinical factors including MRI findings for cancer detection*

	p-value	Exp (B)	95% CI	
			Lower limits	Upper limits
MRI findings	0.087	1.951	0.908	4.191
Age	0.008	1.085	1.022	1.153
PSA	0.078	1.213	0.979	1.503
Prostate volume	0.000	0.914	0.884	0.944

* Logistic regression model.

見を認めたものは9例中5例であった。以上の結果より、MRI 所見単独 (T2WI, DWI) により生検 Gleason score を予測することは困難であると考えられた。

考 察

2012年にESUR (European Society of Urogenital Radiology) からMR guidelines 2012 (Prostate Imaging Reporting and Data System (PI-RADS)) が発表された⁵⁾。これによりはじめて前立腺癌の「検出」「病期診断」「リンパ節および骨転移評価」におけるMRIの果たす役割についてのガイドラインが示された。このガイドラインによりMRIはmulti-parametric MRI (mpMRI) が推奨され、近年mpMRIの有用性が報告されている。mpMRIとは高解像度T2強調画像と共にfunctional MRI technique (diffusion weighted image (DWI), MR spectroscopic image (MRSI), dynamic contrast enhanced MRI (DCE-MRI)) を追加するもので、T2強調画像単独に比べて有用な情報をえることができる。MRIによる前立腺の描出はT2強調画像 (T2 weighted imaging; T2WI) が基本的な撮影であり正常な辺縁域は高信号を呈し、肥大の発生した移行域は高信号と低信号の混在した画像を呈するため、これらの形態と明らかに異なる場合は前立腺癌が疑われるが、これにapparent diffusion coefficient (ADC) mapを基に合成されたDWIを追加することは癌の質的、量的診断の向上に役立つとされている。DWIでは水分子の拡散能が画像化したものであるが、癌領域では水分子の拡散能が低下するので、拡散低下域として描出される。質的診断の観点からは、ADC value とGleason score との相関が数多く報告されており¹⁰⁾、量的診断の観点からは術前DWIによる病理学的ECE予測正診率の改善も報告されている¹¹⁾。DCE-MRIはガドリニウムによる造影MRIであり、腫瘍 vascularity の評価に適している。造影像では前立腺癌は早期層で濃染し、後期層でwash outを呈することが多く小病変の検出に有用である可能性があり、癌検出感度の高さや病期診断の有用性が報告されている。Haraらは臨床的重要癌28例中26例 (92.9%) が

DCE-MRIにより検出可能であり、特異度は96.3%と良好であったと報告している⁸⁾。また、前立腺全摘後、放射線外照射治療後の局所再発の検出にも有用だとされている⁸⁾。MR spectroscopic image (MRSI) はコリンと酢酸との比率の差により癌と非癌部とを画像的に評価する手法である。癌の検出や腫瘍悪性度の評価には有用であるが、正確な評価のためには熟練した評価者や1.5 Tのendorectal coilが必要な点は注意を要する⁵⁾。

また、ESURガイドライン2012では新しいレポートシステムであるPI-RADSも提唱されている。今後mpMRIの評価は統一されたスケールでなされることにより各施設におけるMRI評価の均一化が図れると思われる。

今回のわれわれの報告ではPSA 3~10 ng/mlの症例で系統的16カ所生検を行う場合、生検前MRI非施行群と比較してMRI施行群での癌検出率の改善は認められなかった。われわれはT2強調画像とDWI情報を基に生検を行ったが、本来mp-MRIを論ずるのであればDCE-MRIも施行すべきと考えられるが本検討ではDCE-MRIは行っていない。DCE-MRIを追加することで癌検出率の改善を目指せる可能性はあるかもしれない。ただし、DCE-MRIで使用されるガドリニウムには稀ではあるが腎性全身性線維症の発症リスクがある (腎障害患者におけるガドリニウム造影剤使用に関するガイドライン (第2版: 2009年9月2日改訂), (NSFとガドリニウム造影剤使用に関する合同委員会 (日本医学放射線学会・日本腎臓学会)。腎性全身性線維症は皮膚および結合組織の線維化を伴う稀な疾患であり、関節の可動性障害や他の器官に影響を及ぼして死亡に至る可能性があり、確立した治療法が存在していない。長期透析が行われている終末期腎障害、eGFR (estimated glomerular filtration rate: 推算糸球体ろ過値) が30 ml/min/1.73 m²未満の慢性腎障害、急性腎不全の患者では、ガドリニウム造影剤による腎性全身性線維症の発現のリスクが上昇することが報告されているので、本剤の投与を避け、他の検査法で代替することが望ましいとされている。

また、今回は十分に検討できていないが、造影剤使用によるコスト効果比についても検討が必要かもしれない。

今回われわれはMRI所見陽性群と所見陰性群における癌検出率の差を検討したが、単変量解析では所見陽性群において癌検出率が高く、多変量解析でも同様の傾向にあるものの有意な差ではなかった (p = 0.087)。また、MRI所見による癌の正診率はROC解析の結果AUC 0.583と十分高くはなく、以上のことを踏まえるとPSA 3~10 ng/mlの症例で系統的16カ所生検を行う場合、MRI T2強調画像およびDWI所見

のみから生検の適応を決定することは困難であると考えられた。

Hambrock ら¹²⁾は 3T の MRI で Gleason grade と ADC との相関について検討し, ADC は Gleason grade と逆相関し, low grade 腫瘍と intermediate および high grade 腫瘍とを高い精度で区別できる (AUC 0.90) と報告している。

また, DWI において判明する前立腺癌は Gleason grade が 4 以上の悪性度が高い癌が検出されるが, 本検討では悪性度の高い症例が少なかったため悪性度と MRI 所見の明らかな関係性は示されなかった。悪性度が高い症例が少なかった理由としては PSA が 3~10 ng/ml の症例に限定していることも考えられるが, そのほかに生検精度の問題などを含め今後の検討が必要と考えられた。MRI 施行群において MRI 所見陽性部位から癌が検出された15例と MRI 所見陰性部位から検出された前立腺癌63例との Gleason score の分布について比較検討を行った。Gleason 6 以下の症例はおおの26.7%と38.1%であり, MRI 所見陽性の癌で Gleason 6 以下の癌が少ない傾向にはあるものの有意な差ではなかった ($p=0.553$)。よって生検前 MRI 所見単独 (T2WI, DWI) により生検 Gleason score を予測することは困難であると考えられた。

今回のわれわれの結果から, 生検前 MRI は T2 強調画像および DWI 情報のみであれば癌を検出するという観点からは有用性が高くないと思われた。しかしながら病期診断および局在診断の観点からは, 出血によるアーティファクトの回避やターゲット生検追加による癌検出率向上の可能性などから生検前 MRI を推奨する報告が散見される^{3,9)}。今回のわれわれのコホートのうち当院で前立腺全摘を行った54例を解析したところ, 50症例 (92.6%) で MRI 所見と index cancer の局在が一致していた。すなわち, 前立腺全摘における神経温存側決定の際や, 今後治療が普及する可能性のある focal therapy の際には生検前 MRI が有用である可能性があり, 今後の検討課題と思われた。

今回の報告における study limitation であるが, 本検討はランダム化比較試験ではなく後ろ向きの検討のため, MRI 施行群と非施行群との間の背景因子は調整されていない。よって, この2群の比較検討で MRI の有用性を検討することには限界があるかもしれない。実際, 2群間の背景因子を比較検討したところ生検前 PSA 値, 前立腺体積には統計学的な差は認めなかったが, 年齢に関しては MRI 施行群で高く, MRI 施行群で癌の罹患率が高いことが予想された。しかし, 年齢を含めてこれらの背景因子については多変量解析を行うことで調整され, その結果, 前立腺癌検出率に関しては差を認めなかった。生検前 MRI の有用性をさらに検討するためには前向きランダム化比較試

験が必要であると考えられる。また, 症例数が十分ではないことも挙げられる。背景因子として PSA F/T 比の違いも結果に影響を与えと考えられるが¹³⁾, 今回は欠損値が多く検討できなかった。

また, MRI 所見は PI-RADS のようなレポートシステムにより統一化すべきであるが, 今回は MRI 所見のレポート統一化は行っていない。MRI の画像診断能を正確に評価する上では全摘標本と比較して腫瘍径や Gleason score との相関解析も必要であると思われる。MRI で所見陽性の場合に, 正確にその部位を採取できているか不明であるという問題もある。諸家による報告ではターゲット生検による前立腺癌検出の感度, 特異度はそれぞれ71%~81%, 61%~89%とされている¹⁴⁾。本検討では感度23.5%, 特異度90.0%と感度が低い結果となったため, MRI 所見部位に対する生検精度に課題がある可能性もある。本検討ではターゲット生検として free-handed biopsy を採用しているが, MRI で癌を疑う所見がある症例において正確に異常部位を生検する方法として, 近年 TRUS (transrectal ultrasound) /MRI fusion image 下生検⁷⁾, MRI 下生検の有用性⁸⁾などが報告されている。MRI の性能を十分発揮するためにはこのようなツールを使うことを検討する必要があると思われた。

結 語

前立腺生検における生検前 MRI の有用性について検討した。PSA 3~10 ng/ml の症例において系統的16カ所生検を行う場合, 前立腺生検における生検前 MRI に基づくターゲット生検追加による癌検出率の改善は認めなかった。前立腺癌診断における MRI の有用性については, 高い有用性が報告されているが, 今回の結論に至ったのは, free-handed biopsy の生検精度の問題と T2WI, DWI のみを用いた MRI 診断の点で限界があった可能性があり, 今後さらなる検討が必要だと思われた。

文 献

- 1) 木下 裕, 森山 正, 白井 尚: 前立腺がんの発見から治療まで ここまでやれる診療所の業務 横浜市のデータベースが示す前立腺針生検の実態. 泌尿器外科 **25**: 1037-1038, 2012
- 2) Hara T, Nakanishi H, Nakagawa T, et al.: Ability of preoperative 3.0-testa magnetic resonance imaging to predict the absence of side-specific extracapsular extension of prostate cancer. Int J Urol **20**: 993-999, 2013
- 3) 谷川 史, 和田 孝, 浪本 智, ほか: 前立腺癌に対する前立腺生検前後に施行する MRI の有用性に関する比較検討. 泌尿器外科 **26**: 1289-1292, 2013
- 4) 大山 伸, 棚瀬 和, 黒川 哲, ほか: 前立腺生

- 検前の 3t-MRI 診断の有用性に関する検討. 泌尿器外科 **22** : 1067-1068, 2009
- 5) Barentsz JO, Richenberg J, Clements R, et al. : European Society of Urogenital R : Esur Prostate Mr Guidelines 2012. Eur Radiol **22** : 746-757, 2012
- 6) Junker D, Quentin M, Nagele U, et al. : Evaluation of the Pi-rads scoring system for mpMRI of the prostate : a whole-mount step-section analysis. World J Urol **33** : 1023-1030, 2015
- 7) Baco E, Ukimura O, Rud E, et al. : Magnetic resonance imaging-transectal ultrasound image-fusion biopsies accurately characterize the index tumor : correlation with step-sectioned radical prostatectomy specimens in 135 patients. Eur Urol **67** : 787-794, 2015
- 8) Hara N, Okuizumi M, Koike H, et al. : Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (Dce-MRI) is a useful modality for the precise detection and staging of early prostate cancer. Prostate **62** : 140-147, 2005
- 9) 高橋 正, 堀口 明, 田崎 新, ほか : 限局性前立腺癌の局在診断における生検後 MRI に対する生検前 MRI の優位性の検討. 泌尿紀要 **59** : 769-773, 2013
- 10) Tamada T, Sone T, Jo Y, et al. : Apparent diffusion coefficient values in peripheral and transition zones of the prostate : comparison between normal and malignant prostatic tissues and correlation with histologic grade. Journal of magnetic resonance imaging : JMRI **28** : 720-726, 2008
- 11) Lawrence EM, Gallagher FA, Barrett T, et al. : Pre-operative 3-T diffusion-weighted MRI for the qualitative and quantitative assessment of extracapsular extension in patients with intermediate- or high-risk prostate cancer. AJR Am J Roentgenol **203** : W280-286, 2014
- 12) Hambrock T, Somford DM, Huisman HJ, et al. : Relationship between apparent diffusion coefficients at 3.0-T MR imaging and Gleason grade in peripheral zone prostate cancer. Radiology **259** : 453-461, 2011
- 13) Vilanova J, Barceló C, Comet J, et al. : Usefulness of prebiopsy multifunctional and morphologic MRI combined with free-to-total prostate-specific antigen ratio in the detection of prostate cancer. AJR Am J R **196** : 715-722, 2011
- 14) 北島一宏, 揖 靖 : 前立腺 MRI の最新動向. 断層映像研会誌 **36** : 167-178, 2009

(Received on June 18, 2015)

(Accepted on September 11, 2015)